

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-269286

(43)Date of publication of application : 05.10.1999

(51)Int.Cl.

C08J 7/00  
H05H 1/24

(21)Application number : 10-074197

(71)Applicant : JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY CORP  
PEARL KOGYO KK

(22)Date of filing : 23.03.1998

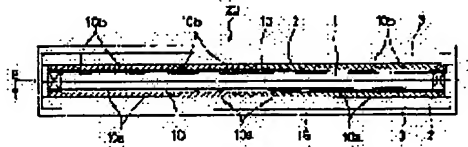
(72)Inventor : SAEKI NOBORU  
GOTO KOJI

## (54) APPARATUS FOR PLASMA TREATMENT

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve the substantial reduction of production cost of an apparatus by simplifying the electrode structure as well as the miniaturization of the whole of the apparatus, the broader applicability to a great variety of materials to be treated and the easiness in the incorporation of the apparatus into the in-line of production process and to effect a predetermined surface treatment assuredly and efficiently by obviating the electrical power loss due to abnormal discharge and generating constantly stabilized glow discharge plasma even under atmospheric pressure.

SOLUTION: An apparatus for plasma treatment is provided with a high-voltage electrode 1 formed in the form of a solid batten, an insulator 2 on both sides of the higher-voltage electrode in the thickness direction thereof and an oppositely disposed grounded electrode 3 between which the insulator 2 is sandwiched, wherein a passage for feeding a reactive gas is formed through the solid inside of the high-voltage electrode 1 by a drilling process and a plurality of slit-like gas-discharge openings 10a and 10b respectively are formed on each side of the front and back faces of the high-voltage electrode 1 in the width direction thereof, fragmentarily alongside the longitudinal direction and alternately on the front and back faces thereof. The member 10 for discharging a gas stream comprising a plurality of slit-like gas-discharging openings 10a and 10b is constructed so that the gas stream can be discharged onto the surface of the material to be treated in a substantially linear direction from the member 10.



## Partial English Translation of Japanese Patent Laying-Open No. 11-269286

[0004]

[Problems to be solved by the Invention]

However, according to the conventionally proposed atmospheric pressure plasma treatment apparatus disclosed in Japanese Patent No. 2589599, a reaction gas supply path having a double duct structure is formed in a box-shaped discharge part of which one end is closed, pairs of thin-plate-shaped high voltage electrodes and grounded electrodes are arranged so as to be opposed through an insulating material separator on an open lower end side within the box-shaped discharge part, and a cylindrical discharge space openly connected to the reaction gas supply path is formed between the electrodes, so that the constitution of the electrode part is very complicated, and there have been problems such that its assembling is very difficult, the cost of the whole device is high, abnormal discharge such as spark or arc discharge is likely to be generated, and glow discharge plasma generation under the atmospheric pressure tends to become unstable because of power loss due to the abnormal discharge.

[0005]

The present invention was made in view of the above problems, and it is an object of the present invention to provide a plasma treatment apparatus that is small in size as a whole, can be applied to various kinds of object to be treated and easily incorporated in an in-line of a production process, has a simple structure in an electrode part, largely reduce production costs, and eliminate power loss due to abnormal discharge to generate stable glow discharge plasma even under the atmospheric pressure, whereby a predetermined surface treatment can be surely and efficiently performed.

[0012]

[Embodiments of the Invention]

Embodiments of the present invention will be described below with reference to

the drawings. Fig. 1 is a side view showing First Embodiment of a plasma treatment apparatus according to the present invention, Fig. 2 is a bottom view thereof, Fig. 3 is a vertical front view taken along line A-A in Fig. 1, and Fig. 4 is a vertical side view taken along line B-B in Fig. 2.

[0013]

An atmospheric pressure plasma treatment apparatus 20 according to First Embodiment basically includes a high voltage electrode 1 formed in a shape of a solid batten, band-shaped insulators 2, 2 provided on both sides of high voltage electrode 1 in a thickness direction thereof, a pair of back and front band-shaped grounded electrodes 3, 3 so as to be electrically apart from high voltage electrode 1 through insulators 2, 2 and connected to the earth, and a cover casing 4 formed of aluminum in an angular U-shape so as to entirely surround high voltage electrode 1, grounded electrodes 2, 2 and insulators 3, 3 except for discharge parts 15, 15 formed between high voltage electrode 1 and grounded electrodes 3, 3 on one end side in a width direction.

[0014]

As shown in Fig. 4, a reaction gas supply path 6 for supplying mixed reaction gas combining inert gas containing helium gas or hydrogen and reaction gas containing oxygen or fluorine-containing compound (fluorocarbon) gas, under the atmospheric pressure, is formed in a longitudinal direction of the electrode through a hole-forming process over the whole length in the longitudinal direction of the electrode and a press fitting of a plug 5 to both ends of the hole (refer to Fig. 5), through a solid inside of high pressure electrode 1. A cooling water circulation path 8 is formed so as to be parallel to reaction gas supply path 6 through a hole-forming process over the whole length in the longitudinal direction of the electrode and a press fitting of a plug 7 to both ends of the hole (refer to Fig. 5), at a part above reaction gas supply path 6 through the solid inside, and a feed terminal 9 is provided at one end (upper end) in the width direction of high voltage electrode 1.

[0015]

As clearly shown in Fig. 5, a plurality of semicircular slit-like gas-discharge openings 10a ..., 10b ... are provided in a fragmentary manner along the longitudinal direction of the electrode on the front and back surfaces on the other end side in the width direction of high voltage electrode 1 in the solid batten. These slit-like gas-discharge openings 10a ..., 10b ... are arranged alternately on the front and back surfaces along the longitudinal direction of the electrode such that parts of the slit-like gas-discharge openings positioned alternately on the front and back surfaces are overlapped to each other, and are connected to reaction gas supply path 6 through small holes 11a ..., 11b .... The plurality of slit-like gas-discharge openings 10a ..., 10b ... on the front and back surfaces constitute a discharge part 10 that can discharge gas stream (hereinafter, containing plasma flare) containing chemically active excited seeds generated with the generation of the glow discharge plasma at discharge parts 15, 15, toward the surface of the target to be treated almost linearly.

[0016]

Reference numeral 12 in Fig. 1 designates a setting bracket for atmospheric plasma treatment apparatus 20 mounted on both ends of cover casing 4 in the longitudinal direction thereof so that upper and lower positions can be adjusted. As shown by a phantom line in Fig. 1, when there is provided such as an exhaust duct 16 for collecting exhaust gas after having been ejected from discharge part 10 in atmospheric plasma treatment apparatus 20 to the surface of the target and having reacted, the inert gas can be recycled as well as a working environment can be kept clean. Electrode 1 may be less exposed by attaching a Teflon insulating tape on the surface of high voltage electrode 1 in atmospheric pressure plasma treatment apparatus 20 according to First Embodiment.

[0017]

Next, description will be made of the usage configuration and the operation of atmospheric pressure plasma treatment apparatus 20 constituted as described above according to First Embodiment. As shown in Fig. 6, a resin sheet material 13 such as

PTFE as one example of the target to be treated is horizontally set and atmospheric pressure plasma treatment apparatus 20 is set and fixed to an upper part of the middle position of the transportation path of a continuously transporting conveyor 14 so as to cross the same. While resin sheet material 13 is horizontally transported by conveyor 14, the reaction gas is supplied to reaction gas supply path 6 under the atmospheric pressure or a near pressure thereof (slightly reduced or increased) and is introduced into discharge parts 15, 15 formed between high voltage electrode 1 and grounded electrodes 3, 3 through the plurality of small holes 11a ..., 11b ... and slit-like gas-discharge openings 10a ..., 10b ..., and a high frequency voltage (10 KHz to 500 MHz) is applied to the high voltage electrode 1, whereby glow discharge plasma is generated at the discharge parts 15, 15 under the atmospheric pressure and the reactive gas stream containing the chemically active excited seeds such as ion and radical generated by the plasma, that is a plasma flare, is ejected almost linearly from discharge part 10 formed by the plurality of slit-like gas-discharge openings 10a ..., 10b ..., to the surface of resin sheet material 13. Consequently, the surface of resin sheet material 13 is hydrophilically-augmented and resin sheet material 13 can considerably improve smoothness and adherence properties to a coating material or ink.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-269286

(43) 公開日 平成11年(1999)10月5日

|                           |       |                    |
|---------------------------|-------|--------------------|
| (51) Int.Cl. <sup>8</sup> | 識別記号  | F I                |
| C 0 8 J 7/00              | 3 0 6 | C 0 8 J 7/00 3 0 6 |
| H 0 5 H 1/24              |       | H 0 5 H 1/24       |

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-74197

(22) 出願日 平成10年(1998)3月23日

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(71) 出願人 591288056

パール工業株式会社

大阪府大阪市住之江区南加賀屋3丁目8番13号

(72) 発明者 佐伯 登

大阪府大阪市住之江区南加賀屋3丁目8番13号 パール工業株式会社内

(72) 発明者 後藤 公爾

大阪府大阪市住之江区南加賀屋3丁目8番13号 パール工業株式会社内

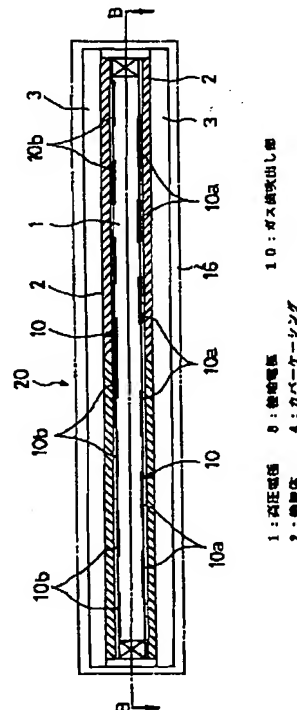
(74) 代理人 弁理士 鈴江 孝一 (外1名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 装置全体の小型化、多種多様な被処理物に対する適用性の拡充及び生産プロセスのインラインへの組み込みの容易性だけでなく、電極部構成を簡単にして製作コストの大幅な低減が図れ、かつ、異常放電による電力ロスを無くし大気圧下でも常に安定したグロー放電プラズマを発生させて所定の表面処理を確実、かつ効率よく行なえるようにする。

【解決手段】 中実帯板状に形成された高压電極1とその厚み方向の両側に絶縁体2、2を挟んで対向配置された接地電極3、3とを備え、高压電極1の中実内部には反応ガス供給通路6が孔明け加工により形成されるとともに、高压電極1の幅方向一端側の表裏両面に、複数個のスリット状ガス吹出し穴10a、10bが長手方向に沿って断片的に、かつ、表裏互い違いに配置して形成されており、これら複数個のスリット状ガス吹出し穴10a、10bから構成されるガス流吹出し部10から被処理物の表面に対して略直線状にガス流を噴出可能に構成している。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高圧電極と接地電極との間に形成される放電部に少なくともヘリウムまたは水素を含む不活性ガスと酸素または含フッ素化合物（フルオロカーボン系）ガスを含む反応性気体との混合反応ガスを大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で導入し通過させるとともに上記両電極に高周波電圧を印加することにより、上記放電部にグロー放電プラズマを発生させて該プラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガス流を上記放電部の下流側に設けた吹出し部から被処理物の表面に噴出するように構成されているプラズマ処理装置であって、上記高圧電極が中実帯板状に形成されているとともに、この帯板状高圧電極の厚み方向の両側にそれぞれ絶縁体を挟んで上記接地電極が対向配置され、上記帯板状高圧電極の中実内部にはその長手方向に沿わせて上記反応ガスの供給通路が形成されているとともに、該帯板状高圧電極の幅方向一端側の表裏両面にはそれぞれ、上記反応ガス供給通路に連通接続する複数のスリット状ガス吹出し穴が上記長手方向に沿って断片的に、かつ、表裏互い違いに配置して形成されており、これら表裏複数のスリット状ガス吹出し穴により構成される上記吹出し部から上記励起種を含むガス流を被処理物表面に対して略直線状に噴出可能に構成していることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 上記帯板状高圧電極の中実内部に、上記反応ガス供給通路に並行して冷却水の循環用通路が形成されている請求項1に記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 上記中実帯板状高圧電極のうち上記複数のスリット状ガス吹出し穴が表裏両面に形成される幅方向一端側部分は、その表裏両面が上記吹出し部に近付くにつれて互いに接近するような傾斜面を持つ略三角形に形成されている請求項1または2に記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 上記中実帯板状高圧電極の幅方向一端側の表裏両面に形成された複数のスリット状ガス吹出し穴は、上記長手方向に沿い互い違いに位置する表裏のスリット状ガス吹出し穴の一部が互いにラップするように配置されている請求項1、2または3に記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】 上記高圧電極、接地電極及び絶縁体を包囲するカバーケーシング内には、整合器が一体に組み込まれている請求項1ないし4のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はプラズマ処理装置に関するもので、詳しくは、主としてポリエチレンやポリプロピレン、PTFE（ポリ四フッ化エチレン）などの撥水性を有する樹脂に塗料を塗布するか水性インクで印刷を施す際にその表面を親水性に改質したり、プラス

2

チックの表面に酸素のプラズマ処理によって濡れ性を付与したり、ガラス、セラミックス、金属、半導体等の疎水性表面を親水化したり、表面に付着した有機物を洗浄したりするなどの表面処理を行なう場合に用いられるプラズマ処理装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 上記のような表面改質や有機物洗浄等の表面処理に用いられるプラズマ処理装置として、ヘリウムや水素等の不活性ガスと酸素や含フッ素化合物（フルオロカーボン系）ガス等の反応性気体とを混合してなる反応ガスを大気圧もしくは大気圧近傍（弱減圧または弱加圧）圧力下で高圧電極と接地電極との間に形成される放電部に導入し通過させるとともに両電極に高周波電圧を印加することにより放電部にグロー放電プラズマを発生させて該プラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガス流を被処理物の表面に向け噴出させて所定の表面処理を行なうように構成された大気圧プラズマ処理装置が、例えば特許第2589599号公報などに開示されているように従来より既に提案されている。

【0003】 この従来より提案されているプラズマ処理装置は大気圧下での表面処理が実現可能であって、それ以前から採用されていた低圧グロー放電プラズマによる処理装置、例えば真空容器内に互いに対向状態に配置した高圧電極と接地電極との間の放電部に酸素等の放電用反応ガスを導入させて両電極に高周波電圧を印加することにより低圧グロー放電プラズマを発生させ、該プラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガスによって接地電極上に設置保持させた被処理物の表面を処理するように構成されていたプラズマ処理装置に比べて、真空系を形成するための装置及び設備が不要であることから、装置全体の小型化および低コスト化が図れるとともに、被処理物を電極上に設置する必要もないので、被処理物の面積や厚み、形状に対応させやすく、多種多様な被処理物に対する表面処理に適用可能であり、また、生産プロセスのインラインへの組込みも容易で生産性の向上も図れるといった利点を有している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記特許第2589599号公報に代表される従来より提案の大気圧プラズマ処理装置は、一端が閉塞された箱状の放電部内に二重ダクト構造の反応ガス供給通路を形成するとともに、箱状放電部内の開放下端部側に細板状の一对の高圧電極と接地電極とを絶縁材セパレータを介して複数対向配置してその電極間に上記反応ガス供給通路が開口接続される筒状の放電空間を形成させてなるもので、電極部の構成が非常に複雑に入り込んだものであることから、製作組立が非常に困難で、装置全体のコストが高価になるばかりでなく、スパークやアーク放電などの異常放電を発生しやすく、この異常放電に伴う電力ロスにより大気圧下でのグロー放電プラズマの発生が不安定になりや

すいという問題があった。

【0005】本発明は上記のような実情に鑑みてなされたもので、装置全体の小型化、多種多様な被処理物に対する適用性の拡充及び生産プロセスのインラインへの組み込みの容易性を図ることができるだけでなく、電極部の構成が簡単で製作コストの大幅な低減を達成できるとともに、異常放電による電力ロスを無くし大気圧下でも常に安定したグロー放電プラズマを発生させて所定の表面処理を確実、かつ効率よく行なうことができるプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係るプラズマ処理装置は、高压電極と接地電極との間に形成される放電部に少なくともヘリウムまたは水素を含む不活性ガスと酸素または含フッ素化合物（フルオロカーボン系）ガスを含む反応性気体との混合反応ガスを大気圧もしくは大気圧近傍圧力で導入し通過させるとともに上記両電極に高周波電圧を印加することにより、上記放電部にグロー放電プラズマを発生させて該プラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガス流を上記放電部の下流側に設けた吹出し部から被処理物の表面に噴出するように構成されているプラズマ処理装置であって、上記高压電極が中実帯板状に形成されているとともに、この帯板状高压電極の厚み方向の両側にそれぞれ絶縁体を挟んで上記接地電極が対向配置され、上記帯板状高压電極の中実内部にはその長手方向に沿わせて上記反応ガスの供給通路が形成されているとともに、該帯板状高压電極の幅方向一端側の表裏両面にはそれぞれ、上記反応ガス供給通路に連通接続する複数のスリット状ガス吹出し穴が上記長手方向に沿って断片的に、かつ、表裏互い違いに配置して形成されており、これら表裏複数のスリット状ガス吹出し穴により構成される上記吹出し部から上記励起種を含むガス流を被処理物表面に対して略直線状に噴出可能に構成していることを特徴とするものである。

【0007】上記構成の本発明によれば、単一の中実帯板状の高压電極を用いて、その中実内部への孔明け加工及び幅方向一端側の表裏両面へのスリット加工という汎用の加工手段によって反応ガス供給通路及びガス吹出し穴を簡単に形成することが可能である上、該高压電極の厚み方向の両側に絶縁体を挟んで接地電極を重ね合わせるという非常に簡易な組立手段をもって反応ガス供給機能及び略直線状のガス流噴出機能を備えた電極部を構成することが可能である。これによって、低圧グロー放電プラズマによる処理装置に比べて装置全体の小型化、面積や厚み、形状などが多種多様な被処理物に対する適用性の拡充及び生産プロセスのインラインへの組み込みの容易性はもちろん、箱状放電部内に二重ダクト構造の反応ガス供給通路を形成するとともに細板状の一対の高压電極と接地電極とを複数対向配置してそれら電極間に筒状

放電空間を形成してなる従来より提案の大気圧プラズマ処理装置に比べて、電極部全体の構成が非常に簡単で、製作コストの大幅な低減が図れる。また、スパークやアーク放電などの異常放電に伴う電力ロスが生じにくい構成であるから、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生を安定化しやすく、プラズマによる所定の表面処理を常に適正かつ効率よく行なわせることが可能である。

【0008】上述のように動作するプラズマ処理装置において、請求項2に記載のように、上記帯板状高压電極の中実内部に上記反応ガス供給通路と並行して冷却水の循環用通路を形成する場合は、二重ダクトなど特別な構成を採用しなくても、反応ガス供給通路の場合と同様に孔明け加工によって冷却水循環用通路を高压電極自体に形成することが可能で、電極部構成を簡単にして製作コストの低減を図りつつ、長時間に亘って表面処理を行なう時の高压電極の過熱を防いで所定の表面処理を連続的に効率よく実行することが可能である。

【0009】また、上記構成のプラズマ処理装置において、請求項3に記載のように、上記中実帯板状高压電極のうち上記複数のスリット状ガス吹出し穴が表裏両面に形成される幅方向一端側部分を、その表裏両面が上記吹出し部に近付くにつれて互いに接近するような傾斜面を持つ略三角形に形成する場合は、表裏両面に形成されているスリット状ガス吹出し穴同士を可能な限り相互に近接させてこれら穴から噴出されるガス流の直線度を高めることができるだけでなく、表裏の両傾斜面に沿わせて絶縁体を配置することで高压電極の露出をなくする、または非常に少なくすることが可能であるため、両電極間に形成される放電部とカバーケーシングとの間でのスパーク等の異常放電に伴う電力ロスを抑制し、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生を安定化させて所定の表面処理を一層適正に、かつ効率よく行なうことができる。

【0010】また、上記構成のプラズマ処理装置において、請求項4に記載のように、上記中実帯板状高压電極の幅方向一端側の表裏両面に形成された複数のスリット状ガス吹出し穴を電極長手方向で隣接する表裏のスリット状ガス吹出し穴の一部が互いにラップするように配置させる構成とする場合は、噴出ガス流を一直線状に確実に形成させ被処理物の表面全域をもれなく均一に処理することができる。

【0011】さらに、上記構成のプラズマ処理装置において、請求項5に記載のように、上記高压電極、接地電極及び絶縁体を包囲するカバーケーシング内に整合器を一体に組み込んだ構成とする場合は、整合器と電極の給電端子とを電氣的にも物理的にも直付けすることが可能で、特に、高周波（100KHz以上）高電力使用態様での電力ロスを低減しプラズマ処理の安定化が図れるとともに、両者間に亘る接続用配線が外部に露出することによる他物との引掛りなどのトラブル発生を防止でき、



かつ、装置全体をコンパクトに一体化してロボットへの装着使用も可能となるといったように、該プラズマ処理装置の使用形態に自由性を持たせることができる。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面にもとづいて説明する。図1は本発明に係るプラズマ処理装置の第1の実施形態を示す側面図、図2はその底面図、図3は図1のA-A線に沿った縦断正面図、図4は図2のB-B線に沿った縦断側面図である。

【0013】この第1の実施形態における大気圧プラズマ処理装置20は、基本的に、中実帯板状に形成された10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1099 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1198 1199 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1298 1299 1300 1301 1302 1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1310 1311 1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1320 1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329 1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338 1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347 1348 1349 1350 1351 1352 1353 1354 1355 1356 1357 1358 1359 1360 1361 1362 1363 1364 1365 1366 1367 1368 1369 1370 1371 1372 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1379 1380 1381 1382 1383 1384 1385 1386 1387 1388 1389 1390 1391 1392 1393 1394 1395 1396 1397 1398 1399 1400 1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415 1416 1417 1418 1419 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1427 1428 1429 1430 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1439 1440 1441 1442 1443 1444 1445 1446 1447 1448 1449 1450 1451 1452 1453 1454 1455 1456 1457 1458 1459 1460 1461 1462 1463 1464 1465 1466 1467 1468 1469 1470 1471 1472 1473 1474 1475 1476 1477 1478 1479 1480 1481 1482 1483 1484 1485 1486 1487 1488 1489 1490 1491 1492 1493 1494 1495 1496 1497 1498 1499 1500 1501 1502 1503 1504 1505 1506 1507 1508 1509 1510 1511 1512 1513 1514 1515 1516 1517 1518 1519 1520 1521 1522 1523 1524 1525 1526 1527 1528 1529 1530 1531 1532 1533 1534 1535 1536 1537 1538 1539 1540 1541 1542 1543 1544 1545 1546 1547 1548 1549 1550 1551 1552 1553 1554 1555 1556 1557 1558 1559 1560 1561 1562 1563 1564 1565 1566 1567 1568 1569 1570 1571 1572 1573 1574 1575 1576 1577 1578 1579 1580 1581 1582 1583 1584 1585 1586 1587 1588 1589 1590 1591 1592 1593 1594 1595 1596 1597 1598 1599 1600 1601 1602 1603 1604 1605 1606 1607 1608 1609 1610 1611 1612 1613 1614 1615 1616 1617 1618 1619 1620 1621 1622 1623 1624 1625 1626 1627 1628 1629 1630 1631 1632 1633 1634 1635 1636 1637 1638 1639 1640 1641 1642 1643 1644 1645 1646 1647 1648 1649 1650 1651 1652 1653 1654 1655 1656 1657 1658 1659 1660 1661 1662 1663 1664 1665 1666 1667 1668 1669 1670 1671 1672 1673 1674 1675 1676 1677 1678 1679 1680 1681 1682 1683 1684 1685 1686 1687 1688 1689 1690 1691 1692 1693 1694 1695 1696 1697 1698 1699 1700 1701 1702 1703 1704 1705 1706 1707 1708 1709 1710 1711 1712 1713 1714 1715 1716 1717 1718 1719 1720 1721 1722 1723 1724 1725 1726 1727 1728 1729 1730 1731 1732 1733 1734 1735 1736 1737 1738 1739 1740 1741 1742 1743 1744 1745 1746 1747 1748 1749 1750 1751 1752 1753 1754 1755 1756 1757 1758 1759 1760 1761 1762 1763 1764 1765 1766 1767 1768 1769 1770 1771 1772 1773 1774 1775 1776 1777 1778 1779 1780 1781 1782 1783 1784 1785 1786 1787 1788 1789 1790 1791 1792 1793 1794 1795 1796 1797 1798 1799 1800 1801 1802 1803 1804 1805 1806 1807 1808 1809 1810 1811 1812 1813 1814 1815 1816 1817 1818 1819 1820 1821 1822 1823 1824 1825 1826 1827 1828 1829 1830 1831 1832 1833 1834 1835 1836 1837 1838 1839 1840 1841 1842 1843 1844 1845 1846 1847 1848 1849 1850 1851 1852 1853 1854 1855 1856 1857 1858 1859 1860 1861 1862 1863 1864 1865 1866 1867 1868 1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1876 1877 1878 1879 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889 1890 1891 1892 1893 1894 1895 1896 1897 1898 1899 1900 1901 1902 1903 1904 1905 1906 1907 1908 1909 1910 1911 1912 1913 1914 1915 1916 1917 1918 1919 1920 1921 1922 1923 1924 1925 1926 1927 1928 1929 1930 1931 1932 1933 1934 1935 1936 1937 1938 1939 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949 1950 1951 1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2070 2071 2072 2073 2074 2075 2076 2077 2078 2079 2080 2081 2082 2083 2084 2085 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2093 2094 2095 2096 2097 2098 2099 2100 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2108 2109 2110 2111 2112 2113 2114 2115 2116 2117 2118 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2139 2140 2141 2142 2143 2144 2145 2146 2147 2148 2149 2150 2151 2152 2153 2154 2155 2156 2157 2158 2159 2160 2161 2162 2163 2164 2165 2166 2167 2168 2169 2170 2171 2172 2173 2174 2175 2176 2177 2178 2179 2180 2181 2182 2183 2184 2185 2186 2187 2188 2189 2190 2191 2192 2193 2194 2195 2196 2197 2198 2199 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2213 2214 2215 2216 2217 2218 2219 2220 2221 2222 2223 2224 2225 2226 2227 2228 2229 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2237 2238 2239 2240 2241 2242 2243 2244 2245 2246 2247 2248 2249 2250 2251 2252 2253 2254 2255 2256 2257 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2264 2265 2266 2267 2268 2269 2270 2271 2272 2273 2274 2275 2276 2277 2278 2279 2280 2281 2282 2283 2284 2285 2286 2287 2288 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2301 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2311 2312 2313 2314 2315 2316 2317 2318 2319 2320 2321 2322 2323 2324 2325 2326 2327 2328 2329 2330 2331 2332 2333 2334 2335 2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2345 2346 2347 2348 2349 2350 2351 2352 2353 2354 2355 2356 2357 2358 2359 2360 2361 2362 2363 2364 2365 2366 2367 2368 2369 2370 2371 2372 2373 2374 2375 2376 2377 2378 2379 2380 2381 2382 2383 2384 2385 2386 2387 2388 2389 2390 2391 2392 2393 2394 2395 2396 2397 2398 2399 2400 2401 2402 2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 2426 2427 2428 2429 2430 2431 2432 2433 2434 2435 2436 2437 2438 2439 2440 2441 2442 2443 2444 2445 2446 2447 2448 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468 2469 2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478 2479 2480 2481 2482 2483 2484 2485 2486 2487 2488 2489 2490 2491 2492 2493 2494 2495 2496 2497 2498 2499 2500 2501 2502 2503 2504 2505 2506 2507 2508 2509 2510 2511 2512 2513 2514 2515 2516 2517 2518 2519 2520 2521 2522 2523 2524 2525 2526 2527 2528 2529 2530 2531 2532 2533 2534 2535 2536 2537 2538 2539 2540 2541 2542 2543 2544 2545 2546 2547 2548 2549 2550 2551 2552 2553 2554 2555 2556 2557 2558 2559 2560 2561 2562 2563 2564 2565 2566 2567 2568 2569 2570 2571 2572 2573 2574 2575 2576 2577 2578 2579 2580 2581 2582 2583 2584 2585 2586 2587 2588 2589 2590 2591 2592 2593 2594 2595 2596 2597 2598 2599 2600 2601 2602 2603 2604 2605 2606 2607 2608 2609 2610 2611 2612 2613 2614 2615 2616 2617 2618 2619 2620 2

を常に適正かつ効率よく行なわせることができる。

【0019】特に、帯板状高压電極1の中実内部への孔明け加工によって上記反応ガス供給通路6に並行して冷却水の循環用通路8が形成されているので、電極部構成を簡単にして製作コスト低減効果を保ちつつも、長時間に亘って表面処理を行なう時の高压電極1の過熱を防いで連続処理による効率向上を図ることができる。

【0020】また、上記中実帯板状高压電極1の幅方向一端側の表裏両面に形成された複数のスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…を電極長手方向で隣接する表裏のスリット状ガス吹出し穴10a、10bの一部が互いにラップするように配置形成しているため、噴出プラズマフレアを途切れなく確実に一直線状として被処理物である樹脂シート材13の表面全域をもれなく均一に親水性に改質処理することができる。

【0021】図7～図9は本発明に係るプラズマ処理装置の第2の実施形態を示す一部切欠き側面図、一部破断の底面図及び一部を省略した正面図であり、この第2の実施形態における大気圧プラズマ処理装置30の基本的な構成は、上記第1の実施形態と同様に、中実帯板状の高压電極1と、この高压電極1の厚み方向の両側にそれぞれ帯状の絶縁体2、2を挟んで対向配置された表裏一對の帯板状の接地電極3、3と、これら高压電極1、接地電極3、3及び絶縁体2、2のうち高压電極1と接地電極3、3との間に形成される放電部15、15を除く全体を包囲するように角U字形状に形成されたアルミニウム製等のカバーケーシング4とからなり、その他の構成で上記第1の実施形態と同一もしくは相当部分には同一の符号を付してそれらの詳しい説明を省略し、以下、相違点のみについて説明する。

【0022】この第2の実施形態においては、高压電極1の形状及びプラズマフレア吹出し部10の構成が第1の実施形態とは相違する。すなわち、中実帯板状の高压電極1の幅方向一端側部分1Aが下方を頂点とする略二等辺三角形形状に形成されており、この略二等辺三角形形状部分1Aの表裏両傾斜面それぞれに、略半円形状の複数のスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…が電極長手方向に沿って断片的に、かつ、表裏互い違いに、また、表裏で互い違いに位置するスリット状ガス吹出し穴10a、10bの一部が互いにラップするように配置して形成されている。また、上記高压電極1の形状変更に関連して上記略二等辺三角形形状部分1Aの表裏両傾斜面に沿わせても傾斜絶縁体2、2が配置されており、これによって高压電極1の露出を非常に少なくしている。さらに、この第2の実施形態では、整合回路を構成するため、給電端子9から高压電極1に至る給電経路に高周波電圧を任意に調整可能とするバリコン17及びコイル18が設けられており、整合器と一体化されている。

【0023】上記のような構成の第2の実施形態による

大気圧プラズマ処理装置30の使用形態及び動作も基本的には上記第1の実施形態による大気圧プラズマ処理装置20と同様であるが、それに加えて、該第2の実施形態による大気圧プラズマ処理装置30の場合は、表裏両傾斜面に形成されているスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…同士を可能な限り近接させてこれら穴10a…、10b…から噴出されるプラズマフレアの直線度を高めることができるだけでなく、表裏の両傾斜面に沿わせて絶縁体2、2を配置することで高压電極1の露出をなくする、または非常に少なくすることが可能であるため、接地電極3との間に形成される放電部15、15とカバーケーシング4との間でのスパーク等の異常放電に伴う電力ロスを抑制し、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生をより安定化させて所定の表面処理を一層適正に、かつ効率的に行なうことができる。

【0024】なお、上記第2の実施形態で説明しているように、カバーケーシング4内に図示省略している高周波電源と高压電極1とのマッチングのための整合器を一体に組込んだ構成とする場合は、整合器と電極1の給電端子9とを電氣的にも物理的にも直付けすることが可能で、特に、高周波(100KHz以上)高電力使用態様での電力ロスを低減しプラズマ処理の安定化が図れるとともに、両者間に亘る接続用配線が外部に露出することによる他物との引掛りや電波漏洩などのトラブル発生を防止でき、かつ、装置全体を一層コンパクトに一体化してロボットへの装着使用も可能となるといったように、該プラズマ処理装置の使用形態の自由度を広げることができる。

【0025】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、大気圧もしくは大気圧近傍の圧力下でも安定なグロー放電プラズマを発生させることができるとともに、このプラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガス流を被処理物の表面に向けて噴出させて所定の処理を行なうことが可能であるから、低压グロー放電プラズマによる処理装置に比べて、装置全体の著しい小型軽量化および低コスト化、面積や厚み、形状などが多種多様な被処理物に対する適用性の拡充及び生産プロセスのインラインへの組込みの容易性を図ることができるのはもとより、ガス流を被処理物の表面に向けて噴出させる形態のものとして従来より既に提案されている大気圧プラズマ処理装置に比べても、電極部全体の構成が非常に簡単で、製作コストを大幅に低減することができる。しかも、スパークやアーク放電などの異常放電に伴う電力ロスが生じにくい構成であるから、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生を安定化しやすく、プラズマによる所定の表面処理を常に適正かつ効率よく行なわせることができるという効果を奏する。

【0026】また、請求項2に記載のような構成を採用することにより上記効果に加えて、長時間に亘って表面

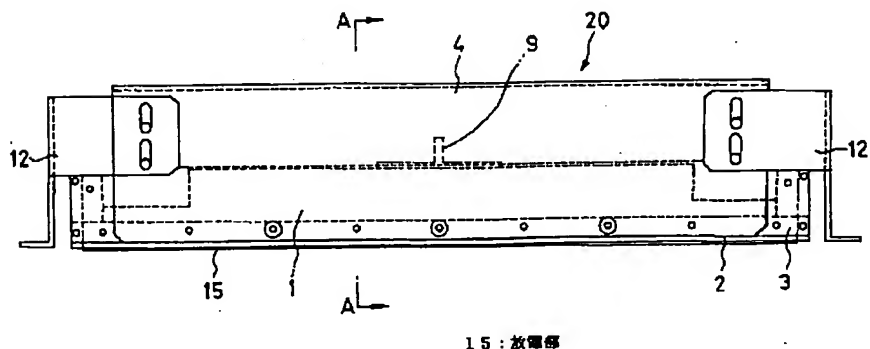
処理を行なう時の高压電極の過熱を防いで所定の表面処理を連続的に効率よく実行することができ、また、請求項3に記載のような構成を採用することにより噴出されるガス流の直線度を高めることができるだけでなく、高压電極の露出をなくする、または非常に少なくすることができ、放電部とカバーケーシングとの間でのスパーク等の異常放電に伴う電力ロスを抑制し、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生をより安定化させて所定の表面処理を一層適正に、かつ効率的に行なうことができる。

【0027】さらに、上記構成のプラズマ処理装置において、請求項4に記載のような構成を採用する場合は、噴出ガス流を途切れなく確実に一直線状として被処理物の表面全域をもれなく均一に処理することができ、さらにまた、請求項5に記載のように、カバーケーシング内に整合器を一体に組み込んだ構成とする場合は、整合器と電極の給電端子とを電気的にも物理的にも直付けすることが可能で、特に、高周波（100KHz以上）高電力使用態様での電力ロスを低減しプラズマ処理の安定化が図れるとともに、両者間に亘る接続用配線が外部に露出することによる他物との引掛りや電波漏洩などのトラブル発生を防止でき、かつ、装置全体をコンパクトに一体化してロボットへの装着使用も可能となるといったように、該プラズマ処理装置の使用形態に自由性を持たせることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るプラズマ処理装置の第1の実施形態による大気圧プラズマ装置の側面図である。

【図1】



15：放電部

【図2】図1の底面図である。

【図3】図1のA-A線に沿った縦断正面図である。

【図4】図2のB-B線に沿った縦断側面図である。

【図5】第1の実施形態による大気圧プラズマ処理装置における電極の要部拡大斜視図である。

【図6】同上大気圧プラズマ処理装置の使用形態を示す概略斜視図である。

【図7】本発明に係るプラズマ処理装置の第2の実施形態による大気圧プラズマ処理装置の一部切欠き側面図である。

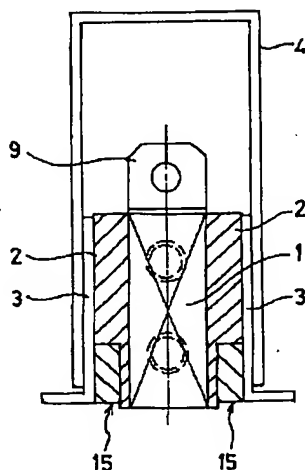
【図8】同上大気圧プラズマ処理装置の一部破断の底面図である。

【図9】同上大気圧プラズマ処理装置の一部を省略した正面図である。

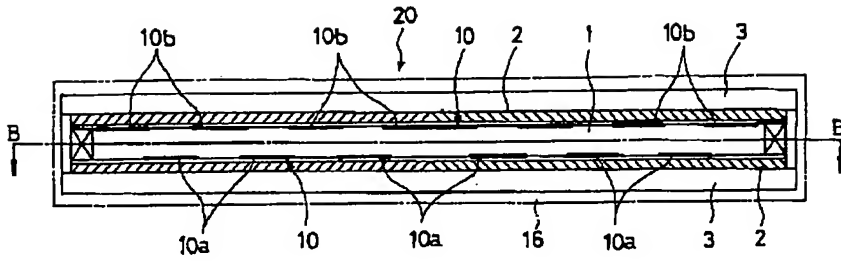
#### 【符号の説明】

- 1 高压電極
- 1 A 三角形部分
- 2, 2' 絶縁体
- 3 接地電極
- 4 カバーケーシング
- 6 反応ガス供給通路
- 8 冷却水循環用通路
- 10 ガス流吹出し部
- 10 a, 10 b スリット状ガス吹出し穴
- 13 樹脂シート材（被処理物）
- 15 放電部

【図3】

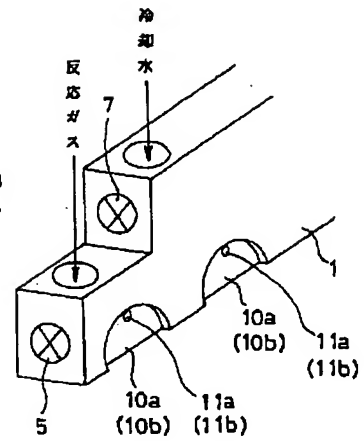


【図2】

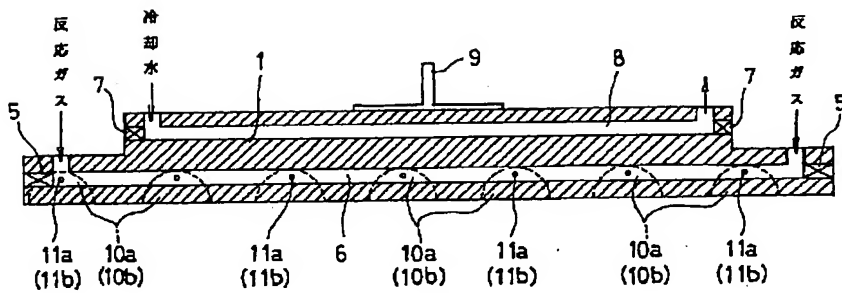


- 1: 高圧電極      3: 接地電極      10: ガス流吹き出し部  
2: 絶縁体      4: カバーケーシング

【図5】

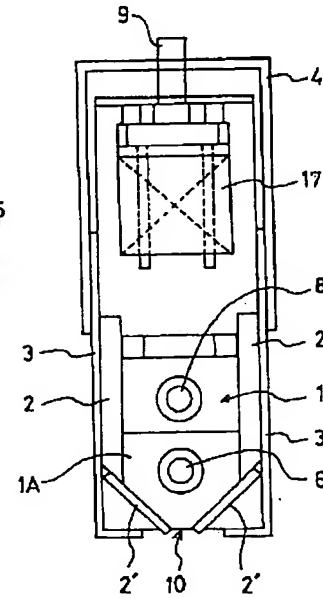


【図4】

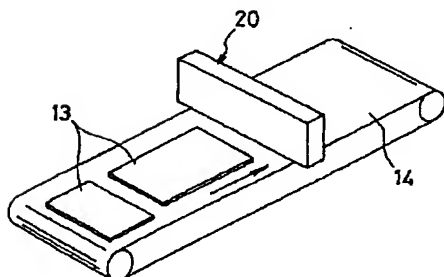


- 6: 反応ガス供給通路  
8: 冷却水循環用通路  
10a, 10b: スリット状ガス吹き出し穴

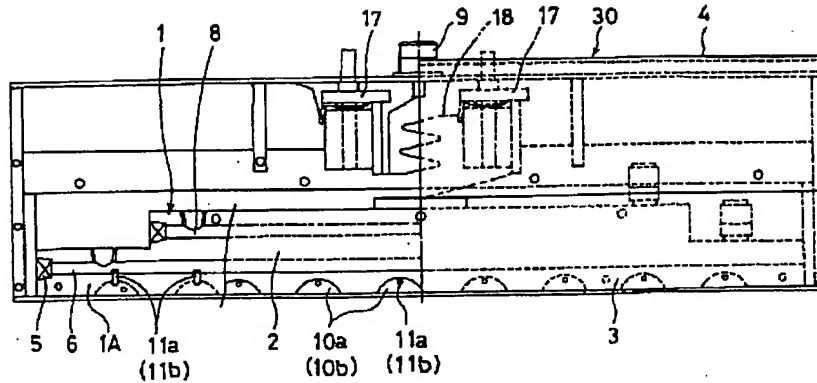
【図9】



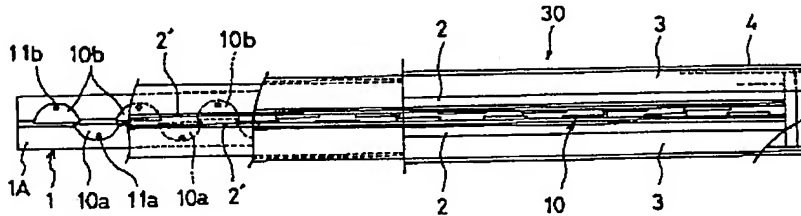
【図6】



【図7】



【図8】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年2月8日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】プラズマ処理装置

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高压電極と接地電極との間に形成される放電部に少なくともヘリウムまたは水素を含む不活性ガスと酸素または含フッ素化合物（フルオロカーボン系）ガスを含む反応性気体との混合反応ガスを大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で導入し通過させるとともに上記両電極に高周波電圧を印加することにより、上記放電部にグロー放電プラズマを発生させて該プラズマにより生成

される化学的に活性な励起種を含むガス流を上記放電部の下流側に設けた吹出し部から被処理物の表面に噴出するように構成されているプラズマ処理装置であって、上記高压電極が中実帯板状に形成されているとともに、この帯板状高压電極の厚み方向の両側にそれぞれ絶縁体を挟んで上記接地電極が対向配置され、上記帯板状高压電極の中実内部にはその長手方向に沿わせて上記反応ガスの供給通路が形成されているとともに、該帯板状高压電極の厚み方向の両側面にはそれぞれ、上記反応ガス供給通路に連通接続する複数のスリット状ガス吹出し穴が上記長手方向に沿って断片的に形成され、かつ、上記厚み方向の両側面のスリット状ガス吹出し穴が上記長手方向に沿い互い違いに位置するように配置されており、これら複数のスリット状ガス吹出し穴により構成される上記吹出し部から上記励起種を含むガス流を被処理物

表面に対して略直線状に噴出可能に構成していることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】 上記帯板状高压電極の中実内部に、上記反応ガス供給通路に並行して冷却水の循環用通路が形成されている請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】 上記中実帯板状高压電極のうち、厚み方向の両側面に上記複数個のスリット状ガス吹出し穴が形成されている部分は、その両側面が上記吹出し部に近付くにつれて互いに接近するような傾斜面を持つ略三角形に形成されている請求項 1 または 2 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】 上記中実帯板状高压電極の厚み方向の両側面に形成された複数個のスリット状ガス吹出し穴は、上記長手方向に沿い互い違いに位置するスリット状ガス吹出し穴の一部が互いにラップするように配置されている請求項 1、2 または 3 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】 上記高压電極、接地電極及び絶縁体を包囲するカバーケーシング内には、整合器が一体に組み込まれている請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプラズマ処理装置に関するもので、詳しくは、主としてポリエチレンやポリプロピレン、PTFE（ポリ四フッ化エチレン）などの撥水性を有する樹脂に塗料を塗布するとか水性インクで印刷を施す際にその表面を親水性に改質したり、プラスチックの表面に酸素のプラズマ処理によって濡れ性を付与したり、ガラス、セラミックス、金属、半導体等の疎水性表面を親水化したり、表面に付着した有機物を洗浄したりするなどの表面処理を行なう場合に用いられるプラズマ処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】上記のような表面改質や有機物洗浄等の表面処理に用いられるプラズマ処理装置として、ヘリウムや水素等の不活性ガスと酸素や含フッ素化合物（フルオロカーボン系）ガス等の反応性気体とを混合してなる反応ガスを大気圧もしくは大気圧近傍（弱減圧または弱加圧）圧力下で高压電極と接地電極との間に形成される放電部に導入し通過させるとともに両電極に高周波電圧を印加することにより放電部にグロー放電プラズマを発生させて該プラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガス流を被処理物の表面に向け噴出させて所定の表面処理を行なうように構成された大気圧プラズマ処理装置が、例えば特許第 2 5 8 9 5 9 9 号公報などに開示されているように従来より既に提案されている。

【0003】この従来より提案されているプラズマ処理装置は大気圧下での表面処理が実現可能であって、それ以前から採用されていた低压グロー放電プラズマによる処理装置、例えば真空容器内に互いに対向状態に配置し

た高压電極と接地電極との間の放電部に酸素等の放電用反応ガスを導入させて両電極に高周波電圧を印加することにより低压グロー放電プラズマを発生させ、該プラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガスによって接地電極上に設置保持させた被処理物の表面を処理するように構成されていたプラズマ処理装置に比べて、真空系を形成するための装置及び設備が不要であることから、装置全体の小型化および低コスト化が図れるとともに、被処理物を電極上に設置する必要もないので、被処理物の面積や厚み、形状に対応させやすく、多種多様な被処理物に対する表面処理に適用可能であり、また、生産プロセスのインラインへの組込みも容易で生産性の向上も図れるといった利点を有している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記特許第 2 5 8 9 5 9 9 号公報に代表される従来より提案の大気圧プラズマ処理装置は、一端が閉塞された箱状の放電部に二重ダクト構造の反応ガス供給通路を形成するとともに、箱状放電部内の開放下端部側に細板状の一对の高压電極と接地電極とを絶縁材セパレータを介して複数対向配置してその電極間に上記反応ガス供給通路が開口接続される筒状の放電空間を形成させてなるもので、電極部の構成が非常に複雑に入り込んだものであることから、製作組立が非常に困難で、装置全体のコストが高価になるばかりでなく、スパークやアーク放電などの異常放電を発生しやすく、この異常放電に伴う電力ロスにより大気圧下でのグロー放電プラズマの発生が不安定になりやすいという問題があった。

【0005】本発明は上記のような実情に鑑みてなされたもので、装置全体の小型化、多種多様な被処理物に対する適用性の拡充及び生産プロセスのインラインへの組込みの容易性を図ることができるだけでなく、電極部の構成が簡単で製作コストの大幅な低減を達成できるとともに、異常放電による電力ロスを無くし大気圧下でも常に安定したグロー放電プラズマを発生させて所定の表面処理を確実、かつ効率よく行なうことができるプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係るプラズマ処理装置は、高压電極と接地電極との間に形成される放電部に少なくともヘリウムまたは水素を含む不活性ガスと酸素または含フッ素化合物（フルオロカーボン系）ガスを含む反応性気体との混合反応ガスを大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で導入し通過させるとともに上記両電極に高周波電圧を印加することにより、上記放電部にグロー放電プラズマを発生させて該プラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガス流を上記放電部の下流側に設けた吹出し部から被処理物の表面に噴出するように構成されているプラズマ処理装置であって、上記高压電極が中実帯板状に形成

されているとともに、この帯板状高压電極の厚み方向の両側にそれぞれ絶縁体を挟んで上記接地電極が対向配置され、上記帯板状高压電極の中実内部にはその長手方向に沿わせて上記反応ガスの供給通路が形成されているとともに、該帯板状高压電極の厚み方向の両側面にはそれぞれ、上記反応ガス供給通路に連通接続する複数のスリット状ガス吹出し穴が上記長手方向に沿って断片的に形成され、かつ、上記厚み方向の両側面のスリット状ガス吹出し穴が上記長手方向に沿い互い違いに位置するように配置されており、これら複数のスリット状ガス吹出し穴により構成される上記吹出し部から上記励起種を含むガス流を被処理物表面に対して略直線状に噴出可能に構成していることを特徴とするものである。

【0007】上記構成の本発明によれば、単一の中実帯板状の高压電極を用いて、その中実内部への孔明け加工及びその厚み方向の両側面へのスリット加工という汎用の加工手段によって反応ガス供給通路及びガス吹出し穴を簡単に形成することが可能である上、該高压電極の厚み方向の両側に絶縁体を挟んで接地電極を重ね合わせるという非常に簡易な組立手段をもって反応ガス供給機能及び略直線状のガス流噴出機能を備えた電極部を構成することが可能である。これによって、低压グロー放電プラズマによる処理装置に比べて装置全体の小型化、面積や厚み、形状などが多種多様な被処理物に対する適用性の拡充及び生産プロセスのインラインへの組込みの容易性はもちろん、箱状放電部内に二重ダクト構造の反応ガス供給通路を形成するとともに細板状の一对の高压電極と接地電極とを複数対向配置してそれら電極間に筒状放電空間を形成してなる従来より提案の大気圧プラズマ処理装置に比べて、電極部全体の構成が非常に簡単で、製作コストの大幅な低減が図れる。また、スパークやアーク放電などの異常放電に伴う電力ロスが生じにくい構成であるから、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生を安定化しやすく、プラズマによる所定の表面処理を常に適正かつ効率よく行なわせることが可能である。

【0008】上述のように動作するプラズマ処理装置において、請求項2に記載のように、上記帯板状高压電極の中実内部に上記反応ガス供給通路に並行して冷却水の循環用通路を形成する場合は、二重ダクトなど特別な構成を採用しなくても、反応ガス供給通路の場合と同様に孔明け加工によって冷却水循環用通路を高压電極自体に形成することが可能で、電極部構成を簡単にして製作コストの低減を図りつつ、長時間に亘って表面処理を行なう時の高压電極の過熱を防いで所定の表面処理を連続的に効率よく実行することが可能である。

【0009】また、上記構成のプラズマ処理装置において、請求項3に記載のように、上記中実帯板状高压電極のうち、厚み方向の両側面に上記複数のスリット状ガス吹出し穴が形成されている部分は、その両側面が上記吹出し部に近付くにつれて互いに接近するような傾斜面

を持つ略三角形状に形成する場合は、厚み方向の両側面に形成されているスリット状ガス吹出し穴同士を可能な限り相互に近接させてこれら穴から噴出されるガス流の直線度を高めることができるだけでなく、両傾斜面に沿わせて絶縁体を配置することで高压電極の露出をなくする、または非常に少なくすることが可能であるため、両電極間に形成される放電部とカバーケーシングとの間でのスパーク等の異常放電に伴う電力ロスを抑制し、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生を安定化させて所定の表面処理を一層適正に、かつ効率的に行なうことができる。

【0010】また、上記構成のプラズマ処理装置において、請求項4に記載のように、上記中実帯板状高压電極の厚み方向の両側面に形成された複数のスリット状ガス吹出し穴を、上記長手方向に沿い互い違いに位置するスリット状ガス吹出し穴の一部が互いにラップするように配置させる構成を採用する場合は、噴出ガス流を一直線状に確実に形成させ被処理物の表面全域をもれなく均一に処理することができる。

【0011】さらに、上記構成のプラズマ処理装置において、請求項5に記載のように、上記高压電極、接地電極及び絶縁体を包囲するカバーケーシング内に整合器を一体に組み込んだ構成とする場合は、整合器と電極の給電端子とを電気的にも物理的にも直付けすることが可能で、特に、高周波（100KHz以上）高電力使用態様での電力ロスを低減しプラズマ処理の安定化が図れるとともに、両者間に亘る接続用配線が外部に露出することによる他物との引掛りなどのトラブル発生を防止でき、かつ、装置全体をコンパクトに一体化してロボットへの装着使用も可能となるといったように、該プラズマ処理装置の使用形態に自由性を持たせることができる。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面にもとづいて説明する。図1は本発明に係るプラズマ処理装置の第1の実施形態を示す側面図、図2はその底面図、図3は図1のA-A線に沿った縦断正面図、図4は図2のB-B線に沿った縦断側面図である。

【0013】この第1の実施形態における大気圧プラズマ処理装置20は、基本的に、中実帯板状に形成された高压電極1と、この高压電極1の厚み方向の両側にそれぞれ帯状の絶縁体2、2を挟んで対向配置することで上記高压電極1に対し電気的に隔離してアース接地された一对の帯板状の接地電極3、3と、これら高压電極1、接地電極3、3及び絶縁物2、2のうち、上記高压電極1と接地電極3、3との間に形成される放電部15、15を除く全体を包囲するように角U字形状に形成されたアルミニウム製等のカバーケーシング4とからなる。

【0014】上記高压電極1の中実内部には、図4に示すように、電極長手方向の全長に亘る孔明け加工及びその孔両端部への栓5の圧入固定（図5参照）によってへ



リウムガスまたは水素を含む不活性ガスと酸素または含フッ素化合物（フルオロカーボン系）ガスを含む反応性気体との混合反応ガスを大気圧下で供給する反応ガス供給通路6が電極長手方向に沿わせて形成されているとともに、該反応ガス供給通路6よりも上部の中実内部には、電極長手方向の全長に亘る孔明け加工及びその孔両端部への栓7の圧入固定（図5参照）によって上記反応ガス供給通路6に並行する状態の冷却水循環用通路8が形成されており、かつ、上記高压電極1の帯幅方向の一端側（上端側）には給電端子9が設けられている。

【0015】また、上記中実帯板状の高压電極1の厚み方向の両側面1a、1bで、その帯幅方向の他端側（下端側）にはそれぞれ、図5に明示するように、略半円形状の複数個のスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…が電極長手方向に沿って断片的に形成されている。中実帯板状の高压電極1の厚み方向の一側面1aに形成されたスリット状ガス吹出し穴10a…と厚み方向の他側面1bに形成されたスリット状ガス吹出し穴10b…とは上記電極長手方向に沿って互い違いに位置し、かつ、それら互い違いに位置するスリット状ガス吹出し穴10a、10bの一部が互いにラップするように配置されているとともに、それぞれ細孔11a…、11b…を介して上記反応ガス供給通路6に連通接続されており、これら複数個のスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…により上記放電部15、15でのグロー放電プラズマの発生に伴い生成される化学的に活性な励起種を含むガス流（以下、プラズマフレアと称するものも含む）を被処理物の表面に対して略直線状に噴出可能な吹出し部10が構成されている。

【0016】なお、図1中の12は、上記カバーケーシング4の長手方向の両端に上下位置調整可能に装着された大気圧プラズマ処理装置20の設置用ブラケットである。また、図1の仮想線で示すように、大気圧プラズマ処理装置20における吹出し部10から被処理物の表面に噴出されて反応した後の排気ガスを回収する排気ダクト16などを設置する場合は、作業環境を良好に保てるだけでなく、不活性ガスの再生使用も可能である。また、この第1の実施形態による大気圧プラズマ処理装置20において、高压電極1の表面に、例えばテフロン系の絶縁テープを貼って該電極1の露出を少なくしてもよい。

【0017】次に、上記のように構成された第1の実施形態による大気圧プラズマ処理装置20の使用形態及び動作について説明する。図6に示すように、被処理物の一例であるPTFEなどの樹脂シート材13を水平姿勢に載置して連続搬送可能なコンベア14の搬送経路中間位置の上部に大気圧プラズマ処理装置20を横断状態に設置固定して使用される。そして、上記コンベア14によって樹脂シート材13を水平搬送させつつ、大気圧もしくは大気圧近傍（弱減圧または弱加圧）圧力下で上記

反応ガス供給通路6に反応ガスを供給し、この反応ガスを複数個の細孔11a…、11b…及びスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…を通して高压電極1と接地電極3、3との間に形成される放電部15、15に導入するとともに上記高压電極1に高周波電圧（10KHz～500MHz）を印加することによって、上記放電部15、15に大気圧下でグロー放電プラズマを発生させ、該プラズマにより生成されるイオン、ラジカルなどの化学的に活性な励起種を含む反応性ガス流、すなわち、プラズマフレアを上記複数個のスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…により構成される吹出し部10から樹脂シート材13の表面に向け略直線状に噴出させることによって、該樹脂シート材13の表面を親水性に改質して樹脂シート材13に対する塗料やインクののり具合や接着性を著しく改善することができる。

【0018】以上のような表面処理動作を行なうプラズマ処理装置20を構成するに際して、本発明では、単一の中実帯板状の高压電極1を用い、その中実内部への孔明け加工及びその厚み方向の両側面へのスリット加工という汎用の加工手段により反応ガス供給通路6及びガス吹出し穴10a…、10b…を簡単に形成することが可能であるとともに、該高压電極1の厚み方向の両側に絶縁体2、2を挟んで接地電極3、3を重ね合わせるという非常に簡易な組立手段をもって電極部を構成することが可能となり、このように電極部全体の構成が非常に簡単であることから、製作コストの大幅な低減が図れる。また、もしくは大気圧近傍圧力下においてもスパークやアーク放電などの異常放電に伴う電力ロスが生じにくい構成であるから、放電部15、15に安定よくグロー放電プラズマを発生させてプラズマによる所定の表面処理を常に適正かつ効率よく行なわせることができる。

【0019】特に、帯板状高压電極1の中実内部への孔明け加工によって上記反応ガス供給通路6に並行して冷却水の循環用通路8が形成されているので、電極部構成を簡単にして製作コスト低減効果を保ちつつも、長時間に亘って表面処理を行なう時の高压電極1の過熱を防いで連続処理による効率向上を図ることができる。

【0020】また、上記中実帯板状高压電極1の厚み方向の両側面1a、1bに形成された複数個のスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…を電極長手方向で隣接するスリット状ガス吹出し穴10a、10bの一部が互いにラップするように配置形成しているため、噴出プラズマフレアを途切れなく確実に一直線状として被処理物である樹脂シート材13の表面全域をもれなく均一に親水性に改質処理することができる。

【0021】図7～図9は本発明に係るプラズマ処理装置の第2の実施形態を示す一部切欠き側面図、一部破断の底面図及び一部を省略した正面図であり、この第2の実施形態における大気圧プラズマ処理装置30の基本的な構成は、上記第1の実施形態と同様に、中実帯板状の



高压電極 1 と、この高压電極 1 の厚み方向の両側にそれぞれ帯状の絶縁体 2、2 を挟んで対向配置された一対の帯板状の接地電極 3、3 と、これら高压電極 1、接地電極 3、3 及び絶縁体 2、2 のうち高压電極 1 と接地電極 3、3 との間に形成される放電部 15、15 を除く全体を包囲するように角 U 字形状に形成されたアルミニウム製等のカバーケーシング 4 とからなり、その他の構成で上記第 1 の実施形態と同一もしくは相当部分には同一の符号を付してそれらの詳しい説明を省略し、以下、相違点のみについて説明する。

【0022】この第 2 の実施形態においては、高压電極 1 の形状及びプラズマフレア吹出し部 10 の構成が第 1 の実施形態とは相違する。すなわち、中実帯板状の高压電極 1 の帯幅方向の一端側部分 1A が下方を頂点とする略二等辺三角形形状に形成されており、この略二等辺三角形形状部分 1A の両傾斜面 1Aa、1Ab それぞれに、略半円形状の複数個のスリット状ガス吹出し穴 10a、10b が電極長手方向に沿って断片的に、かつ、両傾斜面 1Aa、1Ab のスリット状ガス吹出し穴 10a、10b が電極長手方向に沿い互い違いに位置し、また、それら互い違いに位置するスリット状ガス吹出し穴 10a、10b の一部が互いにラップするように配置して形成されている。また、上記高压電極 1 の形状変更に関連して上記略二等辺三角形形状部分 1A の両傾斜面 1Aa、1Ab に沿わせても傾斜絶縁体 2'、2' が配置されており、これによって高压電極 1 の露出を非常に少なくしている。さらに、この第 2 の実施形態では、整合回路を構成するため、給電端子 9 から高压電極 1 に至る給電経路に高周波電圧を任意に調整可能とするバリコン 17 及びコイル 18 が設けられており、整合器と一体化されている。

【0023】上記のような構成の第 2 の実施形態による大気圧プラズマ処理装置 30 の使用形態及び動作も基本的には上記第 1 の実施形態による大気圧プラズマ処理装置 20 と同様であるが、それに加えて、該第 2 の実施形態による大気圧プラズマ処理装置 30 の場合は、略二等辺三角形形状部分 1A の両傾斜面 1Aa、1Ab に形成されているスリット状ガス吹出し穴 10a、10b 同士を可能な限り近接させてこれら穴 10a、10b から噴出されるプラズマフレアの直線度を高めることができるだけでなく、両傾斜面 1Aa、1Ab に沿わせて絶縁体 2'、2' を配置することで高压電極 1 の露出をなくする、または非常に少なくすることが可能であるため、接地電極 3 との間に形成される放電部 15、15 とカバーケーシング 4 との間でのスパーク等の異常放電に伴う電力ロスを抑制し、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生をより安定化させて所定の表面処理を一層適正に、かつ効率的に行なうことができる。

【0024】なお、上記第 2 の実施形態で説明しているように、カバーケーシング 4 内に図示省略している高周

波電源と高压電極 1 とのマッチングのための整合器を一体に組み込んだ構成とする場合は、整合器と電極 1 の給電端子 9 とを電気的にも物理的にも直付けすることが可能で、特に、高周波（100KHz 以上）高電力使用態様での電力ロスを低減しプラズマ処理の安定化が図れるとともに、両者間に亘る接続用配線が外部に露出することによる他物との引掛りや電波漏洩などのトラブル発生を防止でき、かつ、装置全体を一層コンパクトに一体化してロボットへの装着使用も可能となるといったように、該プラズマ処理装置の使用形態の自由度を広げることができる。

【0025】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、大気圧もしくは大気圧近傍の圧力下でも安定なグロー放電プラズマを発生させることができるとともに、このプラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガス流を被処理物の表面に向けて噴出させて所定の処理を行なうことが可能であるから、低压グロー放電プラズマによる処理装置に比べて、装置全体の著しい小型軽量化および低コスト化、面積や厚み、形状などが多種多様な被処理物に対する適用性の拡充及び生産プロセスのインラインへの組み込みの容易性を図ることができるのはもとより、ガス流を被処理物の表面に向けて噴出させる形態のものとして従来より既に提案されている大気圧プラズマ処理装置に比べても、電極部全体の構成が非常に簡単で、製作コストを大幅に低減することができる。しかも、スパークやアーク放電などの異常放電に伴う電力ロスが生じにくい構成であるから、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生を安定化しやすく、プラズマによる所定の表面処理を常に適正かつ効率よく行なわせることができるという効果を奏する。

【0026】また、請求項 2 に記載のような構成を採用することにより上記効果に加えて、長時間に亘って表面処理を行なう時の高压電極の過熱を防いで所定の表面処理を連続的に効率よく実行することができ、また、請求項 3 に記載のような構成を採用することにより噴出されるガス流の直線度を高めることができるだけでなく、高压電極の露出をなくする、または非常に少なくすることができ、放電部とカバーケーシングとの間でのスパーク等の異常放電に伴う電力ロスを抑制し、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生をより安定化させて所定の表面処理を一層適正に、かつ効率的に行なうことができる。

【0027】さらに、上記構成のプラズマ処理装置において、請求項 4 に記載のような構成を採用する場合は、噴出ガス流を途切れなく確実に一直線状として被処理物の表面全域をもれなく均一に処理することができ、さらにまた、請求項 5 に記載のように、カバーケーシング内に整合器を一体に組み込んだ構成とする場合は、整合器と電極の給電端子とを電気的にも物理的にも直付けすることが可能で、特に、高周波（100KHz 以上）高電

力使用態様での電力ロスを低減しプラズマ処理の安定化が図れるとともに、両者間に亘る接続用配線が外部に露出することによる他物との引掛りや電波漏洩などのトラブル発生を防止でき、かつ、装置全体をコンパクトに一体化してロボットへの装着使用も可能となるといったように、該プラズマ処理装置の使用形態に自由性を持たせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係るプラズマ処理装置の第 1 の実施形態による大気圧プラズマ装置の側面図である。

【図 2】図 1 の底面図である。

【図 3】図 1 の A-A 線に沿った縦断正面図である。

【図 4】図 2 の B-B 線に沿った縦断側面図である。

【図 5】第 1 の実施形態による大気圧プラズマ処理装置における電極の要部拡大斜視図である。

【図 6】同上大気圧プラズマ処理装置の使用形態を示す概略斜視図である。

【図 7】本発明に係るプラズマ処理装置の第 2 の実施形態による大気圧プラズマ処理装置の一部切欠き側面図である。

【図 8】同上大気圧プラズマ処理装置の一部破断の底面図である。

【図 9】同上大気圧プラズマ処理装置の一部を省略した正面図である。

【符号の説明】

1 高压電極

1 a, 1 b 高压電極の両側面

1 A 三角形部分

2, 2' 絶縁体

3 接地電極

4 カバーケーシング

6 反応ガス供給通路

8 冷却水循環用通路

10 ガス流吹出し部

10 a, 10 b スリット状ガス吹出し穴

13 樹脂シート材 (被処理物)

15 放電部

【手続補正 2】

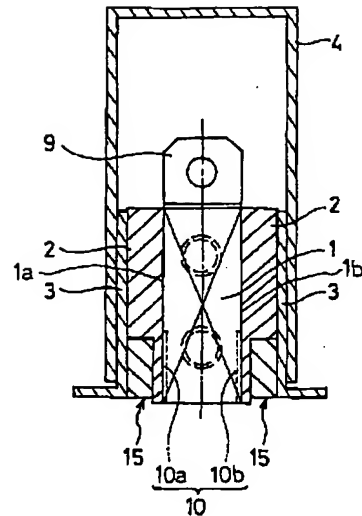
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 3】



【手続補正 3】

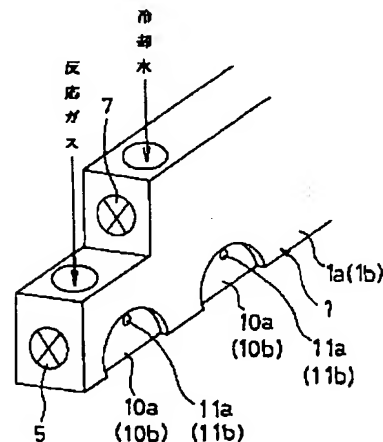
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 5

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 5】



【手続補正 4】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 9

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 9】

